



TITLE:

Ecological studies on coccids inhabiting
nests of the plant-ants on Macaranga
myrmecophytes(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Handa, Chihiro

CITATION:

Handa, Chihiro. Ecological studies on coccids inhabiting nests of the plant-ants on
Macaranga myrmecophytes. 京都大学, 2015, 博士(人間・環境学)

ISSUE DATE:

2015-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19070>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開; 許諾条件により要約は
2016/03/22に公開

京都大学	博士（人間・環境学）	氏名	半田 千尋
論文題目	Ecological studies on coccids inhabiting nests of the plant-ants on <i>Macaranga myrmecophytes</i> (オオバギ属アリ植物の共生アリ巣に生息するカイガラムシについての生態学的研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>茎や葉などの組織に形成した空隙をアリに営巣場所として提供し、その共生アリに植食者に対する防衛を委ねる、アリ植物と呼ばれる植物が多様な分類群で進化しており、それらは世界中の熱帯雨林地帯に分布している。アリ植物の共生アリの巣には、しばしばカイガラムシも共生しており、その共生カイガラムシがこの共生系の中でどのような役割を果たしているのかはこれまでほとんど明らかにされてこなかった。本論文は、東南アジア熱帯を分布の中心域にもつトウダイグサ科オオバギ(<i>Macaranga</i>)属のアリ植物に営巣する共生アリの巣の内部に生息するカイガラムシ（以下、共生カイガラムシと称す）の基本的な生態特性を明らかにしようとしたものである。</p> <p>本論文は6章によって構成されている。</p> <p>第1章では、アリ植物とその共生アリの間の相利的な共生関係に認められる一般的な特性を解説し、これまでアリ植物と共生アリの間の相互作用については詳細な研究が数多くなされてきたが、共生カイガラムシの生態学的特性についてはほとんど研究されてこなかったことを指摘している。アリ植物と共生アリの共生系を理解するうえで、共生カイガラムシの生活史特性や、個体群動態、寄主アリ植物の成長や共生アリのコロニーの成長に対する影響などを解明することが重要であり、その解明が本論文の目的であると述べている。</p> <p>第2章では、調査地の生態環境を記述するとともに、オオバギ属のアリ植物種の基本的な生活史や生態的特性、アリとの相利共生系における種特異性や種分化過程、オオバギ属の種内・種間にみられる対植食者防衛戦略の変異などに関する知見を先行研究の成果に基づいて整理した。また、先行研究の分子系統解析によって得られたカイガラムシの系統樹に基づき、オオバギ属アリ植物の共生カイガラムシ全種が、カタカイガラムシ科に属し、単系統をなす近縁種群を構成していることを示した。</p> <p>第3章では、共生カイガラムシが共生アリの巣内へ定着する過程を野外における操作実験と野外サンプリングによって検討した。オオバギのアリ植物3種の樹上に粘着トラップを設置したところ、共生カイガラムシの分散ステージにある若齢幼虫が捕獲された。また、アリ植物の1種 (<i>M. bancana</i>) の実生上に共生カイガラムシの孵化直後の若齢幼虫を置いたところ、それは共生アリによって巣内に運びこまれたが、4種の非共生カイガラムシの若齢幼虫は共生アリによって植物個体上から地面に投棄された。これらの結果は、共生カイガラムシの若齢幼虫が風による分散で共生アリの巣内に定着しており、共生アリは特定のカタカイガラムシのみを選別して受け入れていることを示している。</p> <p>第4章では、オオバギ属のアリ植物の成長に伴う、植物-アリ-カイガラムシ3者間の</p>			

バイオマスの相対比の変化と共生カイガラムシの生存過程を解明することを目的に、アリ植物の1種である*M. beccariana*のさまざまなサイズの個体を伐倒し、3者の乾燥重量と共生カイガラムシの齢構成を測定した。その結果、植物の成長に伴い、カイガラムシとアリの乾燥重量は増加し続けるが、それぞれの増加率は植物が複数の枝を伸長させた後に低下し、アリに対するカイガラムシの乾燥重量比は植物の成長段階にかかわらずほぼ一定であることが明らかになった。また、植物のサイズにかかわらず、共生カイガラムシは定着後の若齢幼虫期に死亡率が高くなっていることが推定された。

第5章では、オオバギ属のアリ植物において、共生カイガラムシの存在が共生アリのコロニー成長にどのような効果をもたらすのかを明らかにするために野外実験を行った。共生アリの女王が中空の茎内に定着した直後の*M. bancana*の実生を用意し、その巢内の共生カイガラムシの有無を実験的に操作して、その後のコロニーサイズの変化を追跡した。その結果、共生カイガラムシ不在の場合には、共生アリコロニーの生存率が著しく低下し、コロニーが存続した場合でも共生カイガラムシが定着している場合に比べてコロニー成長率が著しく低下することが示された。技術的な困難により、継続栽培に成功した実生の反復が十分でなかったが、得られた結果は、オオバギ属アリ植物の共生アリのコロニー成長にとって、特定のカイガラムシとの共生が不可欠であることを示唆するものであった。

第6章では、本論文の各章を総括し、アリ植物と共生アリの相利共生系において、共生カイガラムシがどのような役割を果たしているのかを考察した。共生アリが特定のカイガラムシのみを巢内に運び入れたこと（第3章）や、共生アリと共生カイガラムシの生物量は寄主植物の個体成長およびそれにとりまう共生アリコロニーの成長にかかわらずほぼ一定であり、さらに、アリ巢内に定着している共生カイガラムシの齢構成は大多数の若齢個体とごく少数の成熟個体に保たれていること（第4章）、共生アリコロニーの成長にとって共生カイガラムシの存在が不可欠であったこと（第5章）などから、アリ植物と共生アリの相利共生系を維持するうえで共生カイガラムシの存在が不可欠であり、共生カイガラムシの個体数が増加しすぎて植物の成長に深刻な悪影響を与えない程度にアリが共生カイガラムシの個体数や齢構成を制御していることが推測された。

(論文審査の結果の要旨)

アリに巣場所を提供して共生関係を結びそのアリに対植食者防衛を担わせる、アリ植物と呼ばれる植物が世界中の熱帯雨林域に分布している。いくつかのアリ植物を対象に、アリとの共生関係の基本特性や種特異性、共進化過程、生息場所の環境条件や攪乱が共生関係に与える影響、共進化過程などについて、これまでに数多くの研究がなされてきた。それらの研究の多くはアリ植物とそれに共生するアリとの間の密接な相利共生関係に強い関心を向けているが、さまざまなアリ植物にアリとともに重複共生をするカイガラムシに着目した研究はほとんどなされてこなかった。本論文は、東南アジアの熱帯雨林に分布するオオバギ(*Macaranga*)属アリ植物の共生アリ巢内に生息するカイガラムシに焦点をあて、これまで知見の乏しかったその生態学的な基本特性を明らかにしようとしたものである。

第1章では、本論文における研究の背景と目的が適切に述べられている。オオバギ属アリ植物において既存の研究成果が要領よく整理されるとともに、オオバギ属のアリ植物と共生アリの相互関係の進化生態を理解するには、そこに重複共生をするカタカイガラムシ(以下、共生カイガラムシと称す)が植物やアリにどのような影響を与えているのかを明らかにする必要があるとの重要な指摘をしている。

第2章では、本論文研究がおこなわれた調査地と調査対象としたオオバギ属について、先行研究によって蓄積された知見を整理し、研究を展開するのに必要な情報が適切にまとめられている。

第3章では、共生アリ女王による営巣開始直後のオオバギ属アリ植物の実生に共生カイガラムシと非共生カイガラムシそれぞれの分散型若齢幼虫を実験的に導入した。この実験の結果と、樹上に設置した粘着トラップによる風分散昆虫の採集の結果に基づき、共生カイガラムシは若齢幼虫期の風による分散によって他の植物個体にある共生アリの巢内に定着しており、共生アリは特定の共生カイガラムシのみを選別して受け入れていることが示された。この結果は、アリ植物の共生カイガラムシ類においては、風による分散・定着が確認された初めての例であり、アリ植物とアリおよびカイガラムシの共生系の成立を理解するうえで重要な知見を示したことは高く評価される。

第4章では、大木になるアリ植物*M. beccariana*のさまざまなサイズの個体を伐倒することにより、植物の成長に伴う、植物-アリ-カイガラムシ共生系の3者のバイオマスの相対比の変化を検討した。植物の成長に伴ってカイガラムシとアリのバイオマスは増加し続けるが、それぞれの増加率は植物が複数の枝を伸長させた後に低下し、アリに対するカイガラムシのバイオマス比は植物の成長段階にかかわらずほぼ一定であることが明らかになった。また、植物のサイズに関わらず、共生カイガラムシは定着後の若齢幼虫期に死亡率が高くなっていることが推定された。これまでの研究では、植物の成長初期段階においてのみ、3者のバイオマスの相対比が明

らかにされていたが、成長全期間を通した変化を定量的に明らかにしたのは、本研究が初めてであり、本章の結果は高く評価される。また、共生カイガラムシの齢構成を明らかにした研究はこれまで皆無であり、その点においても、本章の結果は重要である。

第5章では、共生アリ女王が単独で定着した直後のアリ植物*M. bancana*の実生を用意し、アリ巢内の共生カイガラムシの有無を実験的に操作した結果、共生カイガラムシ不在の場合には、共生アリのコロニーの生存率が著しく低下し、コロニーが生じた場合でも共生カイガラムシが定着している場合に比べてコロニー成長率が著しく低下することが示された。共生アリ巢内のなかに生息するカイガラムシの個体数を実験的に操作することが技術的に困難であるために十分な反復を確保できていないが、先行研究が避けていた困難に挑戦して実験操作を試み、共生アリのコロニー成長にとって、特定のカイガラムシとの共生が不可欠であることを示唆する結果を初めて示したことは大いに評価できる。

第6章では、前章までの結果をまとめ、オオバギ属アリ植物と共生アリの相利共生系における共生カイガラムシの役割を総合的に考察している。アリ植物とその共生アリの共生系の成立過程と維持機構を理解するには、共生カイガラムシの生態を詳細に調査する必要のあることを示したことは、本研究の重要な成果である。

以上のように、本研究は、熱帯雨林のきわめて高い生物多様性を創出・維持する進化的・生態的機構の一つとして重視されている、アリ植物と共生アリの相利共生系において、これまで看過されてきた第3の共生者であるカイガラムシが重要な役割を果たしていることを、初めて実証的に示したものであり、生物間相互作用の理解に重要な貢献をもたらしたものと評価できる。本研究の成果は、相関環境学専攻自然環境動態論講座の目的の一つである、生物多様性をもたらす機構の解明に貢献するものであり、本研究は同講座にふさわしい内容を備えたものと言える。

よって、本論文は博士（人間・環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成27年1月20日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

なお、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、著作権に係る制約がなくなるまでの間、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

要旨公表可能日：平成27年3月23日以降